

THESIS

BONN

1967

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. med. H. Elbel

**Untersuchungen über den
qualitativen Speichelnachweis mit
Ttc (Triphenyltetrazoliumchlorid)**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Bonn

vorgelegt von

Brigitte SCHULTE geb. Ahlbrecht

aus

Eisenstadt

Bonn 1967

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153518_0047

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. med. H. Elbel

**Untersuchungen über den
qualitativen Speichelnachweis mit
Ttc (Triphenyltetrazoliumchlorid)**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt von
Brigitte SCHULTE geb. Ahlbrecht
aus
Eisenstadt

Bonn 1967

Angefertigt mit Genehmigung der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Referent: Prof. Dr. med. H. Elbel

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Mai 1967

I n h a l t

- I. Allgemeines über die Untersuchung von Speichelspuren
- II. Methode und Material
 - a) Technik des Speichelspurennachweises
 - b) Benutzte Trägersubstanzen
 - c) Anlegen der Speichelspuren
- III. Experimenteller Teil
 - a) Vorversuche und Untersuchungsmethoden
 - b) Untersuchungen der Spureenträger und Ergebnisse
 - c) Untersuchungen zum quantitativen Speichelnachweis und Ergebnisse
- IV. Besprechung der Ergebnisse
- V. Zusammenfassung
- VI. Literaturangaben

A. Allgemeines über die Untersuchung von Speichelspuren

In der forensisch medizinischen Spurenkunde können die Körpersekrete des Menschen zu einem entscheidenden Beweismittel werden. Hierbei spielt der Nachweis von Speichel eine besondere qualitative und quantitative Rolle. Bei z.B. 80 % aller Individuen, den sogenannten Ausscheidern, enthält der Speichel die Blutgruppensubstanzen, die die Bestimmung der Blutgruppen aus Speichelspuren ermöglichen. In anderen Fällen ist lediglich der Nachweis von Speichel bedeutend, wie z.B. zur Identifizierung von Bißspuren oder von Gegenständen, die bei Knebelungen verwendet wurden (SCHAIDT).

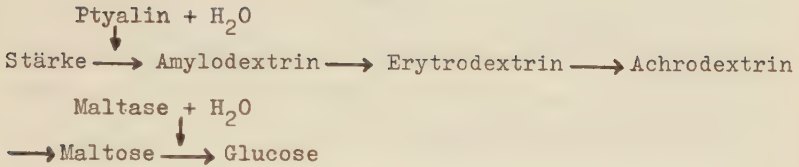
Die Bestandteile des Speichels, die sich aus der glandula submandibularis, sublingualis und parotis, sowie kleineren Drüsen der Mundschleimhaut zusammensetzen, bieten für Untersuchungszwecke vielerlei Möglichkeiten. Von praktischer Bedeutung sind allerdings nur diejenigen, die für Speichel spezifisch sind, die regelmäßig im Speichel vorkommen, und die noch in geringen Speichelmengen eindeutig nachweisbar sind.

Der normale, gemischte Speichel ist eine farblose, oft schwach bläulich schimmernde, geruchlose, trübe, mäßig zähe Flüssigkeit, die auf Lackmuspapier regelmäßig schwach sauer mit einem pH von 6,9 reagiert. Der hohe Wassergehalt von 99,4 - 99,5 % bewirkt ein spezifisches Gewicht von 1,002 - 1,008. Der Gehalt an gelösten Bestandteilen ist sehr gering.

Er besteht nur zu 0,2 - 0,3 % aus anorganischen Substanzen, wie Kalium, Calcium und Rhodankalium. Das letztere findet sich nach HAMMARSTEN nicht ganz konstant, nach HOPPE - SEYLER - THIERFELDER jedoch regelmäßig im Speichel.

Die organischen Bestandteile des Speichels nehmen etwa 0,3 - 0,5 % ein und bestehen aus Eiweiß, Mucin, Vitaminen und Enzymen, von denen Ptyalin und Maltase die entscheidende Rolle bei der Verzuckerung der mit der Nahrung aufgenommenen Stärke spielen. Unter der Wirkung des Ptyalins entsteht als erstes Produkt aus der Stärke das sogenannte Amylodextrin, das mit Jod-Jodkali-Lösung eine charakteristische blaue Farbe ergibt, während die Reduktionsproben negativ bleiben. Durch hydrolytische Spaltung bildet sich dann Erytrodextrin, welches mit Jod-Jodkali-Lösung unter roter Farbbildung reagiert, und durch neue wiederholte Spaltung entsteht Achrodextrin, das mit Jod-Jodkali-Lösung farblos bleibt. Die Reduktionsproben verlaufen bei Stärke negativ, weil nur sehr wenige endständige glykosidische Hydroxylgruppen (= OH-Gruppen) frei sind. Mit fortschreitendem Abbau mehren sich diese reaktionsfähigen Hydroxyle, die Reduktionsproben werden positiv, die Jodfärbung nimmt ab. Aus Achrodextrin entsteht durch sukzessive Spaltungen das Disaccharid Maltose, das durch die Maltase zu Glucose hydrolytisch gespalten wird.

Das folgende Schema veranschaulicht den Abbau der Stärke durch die Fermentwirkung von Ptyalin und Maltase:



Die Wirkung des Ptyalins, das auch Speicheldiastase oder Amylase genannt wird und regelmäßig im Speichel vorkommt, besteht also in der Verzuckerung der Stärke. Diese diastatische Wirkung ist von der Anwesenheit bestimmter Ionen abhängig, für Amylase ist die Aktivierung durch Chloride spezifisch, z.B. KCl oder CaCl_2 . Diese kann durch Zusatz von Alkali zum Speichel herabgesetzt, durch Zusatz von organischen oder anorganischen Säuren völlig gehemmt werden (HALMARSTEN).

Außer den oben genannten Bestandteilen enthält der Speichel noch morphologische Partikel, wie z.B. die Speicheldrüsenkörperchen, die aus den Balgdrüsen der Zunge stammen und sich aus Lymphocyten und Leukocyten zusammensetzen und aus abgeschilferten Plattenepithelien der Mundschleimhaut.

In der Literatur finden sich Angaben über die technische Lösung des Problems, Speichelspuren eindeutig nachzuweisen.

B. MUELLER berichtet über einen Nachweis eingetrockneten Speichels in Tüchern. Er gibt dazu folgende Verfahren an:

1. Mikroskopische Feststellung der morphologischen Bestandteile, also des Plattenepithels, der Speicheldrüsenkörperchen und des Schleims,

2. serologischer Nachweis von Eiweiß,

3. chemischer Nachweis von Rhodankalium und Ptyalin.

Für die mikroskopische Feststellung der morphologischen Bestandteile extrahiert MUELLER die mit Speichel getränkten Stoffstückchen von ca. 8 cm² in physiologischer NaCl-Lösung. Anschließend bringt er den Extrakt auf den Objektträger und betrachtet ihn nach der Färbung nach MAY - GRÜNWARD im Mikroskop. Die geschrumpften Epithelien sind zwar sichtbar, jedoch für Speichel nicht spezifisch.

Der Eiweißnachweis kann durch Hervorrufen eines anaphylaktischen Schocks oder mit der Präcipitinreaktion nach UHLENHUT geschehen.

Die Anwesenheit des Rhodankaliums läßt sich mit einer Eisenchloridlösung am einfachsten und schnellsten bestimmen. Man betupft die in Frage kommende Spurenstelle mit FeCl₃-Lösung und erhält eine dunklere, rötliche Färbung, wenn Speichel bzw. Rhodankalium vorhanden ist.

Die bisherigen Untersuchungen der oben genannten Bestandteile ergaben jedoch keinerlei Möglichkeiten, lediglich für Speichel charakteristische Merkmale nachzuweisen. So blieb letztlich nur der Nachweis des regelmäßig im Speichel vorhandenen Ptyalins. MUELLER eluiert das zu untersuchende Material zunächst 4 Stunden in aqua dest. Danach werden 5 ccm einer 2%igen Stärkelösung in 2%iger NaCl-Lösung hinzugefügt und die Ansätze für 8 Stunden bei 37° in den Brutschrank gestellt.

Anschließend wird die Hälfte des Gemisches in ein Reagenzglas abgegossen und mit 10 Tropfen einer 1:3 verdünnten Lugolschen Lösung versetzt. Bei positivem Ausfall, d.h., bei völligem Stärkeabbau durch Speichel enthaltende Trägersubstanzen ändert sich die Farbe des Reaktionsgemisches nach Zugabe von Lugolscher Lösung nicht, die Kontrolllösung jedoch nimmt eine deutlich blaue Färbung an, ein Zeichen dafür, daß die Stärke nicht abgebaut wurde. Die andere Hälfte des Reaktionsgemisches wird mit Fehlingscher Lösung auf Glucose untersucht.

Dieser sehr empfindliche und bis zum Vorliegen der Ergebnisse mindestens 12 Stunden dauernde Nachweis ist jedoch nur bei der Anwesenheit größerer Speichelflecken geeignet, wie z.B. in zur Knebelung einer Person verwendeten Tüchern (SCHAIDT).

Für Untersuchungen von Speichelspuren, wie z.B. an Briefmarken, wo der Spurenträger und die Spur äußerst gering sind, entwickelten SCHAIDT und Mitarbeiter eine Mikromethode, die auch den Nachweis kleinster Spuren gestattet. Es handelt sich auch hier im Prinzip um die Ermittlung der in den Spuren vorhandenen Speicheldiastase mit Hilfe einer Stärkelösung, und um die Feststellung der aus dieser Reaktion hervorgegangenen reduzierenden Substanzen mit der Blutzuckerbestimmungsmethode nach FOLIN-WU. Bei diesem Nachweis ist jedoch zu beachten, daß die vorgelegte Stärke und das Untersuchungsmaterial ebenfalls schon reduzierende Substanzen enthalten können.

In diesem Zusammenhang wurde von SCHAIDT geprüft, ob die den

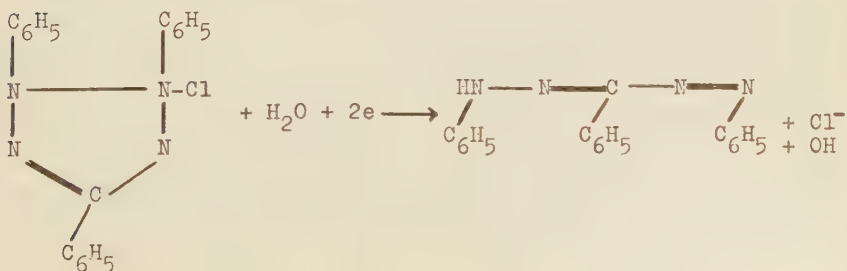
Klebstoffen vielfach zugesetzten Konservierungsmittel möglicherweise die Amylaseaktivität des Speichels zu hemmen vermögen. Diese wird bekanntlich durch den Zusatz von Alkali oder Säure stark herabgesetzt. Als gebräuchlichste Konservierungsmittel werden die sogenannten Preventole verwendet, die als Parachlormetakresol, Natrium-ortho-phenylphenolat und Preventol flüssig N (alkalische Lösung von Ortho-phenyl-phenol und Benzylphenol) in Konzentrationen von 0,1 - 0,25 % zugesetzt werden. Bei den von SCHAIDT mit 1%igen Lösungen dieser Preventole ausgeführten Versuche wurde keine Hemmung oder Beeinflussung der Diastaseaktivität festgestellt. Außer den Preventolen werden auch noch Dehydracetatsäure und Solbrol A und M der Farbenfabriken BAYER benutzt. Bei Solbrol A und M handelt es sich um die Äthyl- bzw. Methyl ester der Parahydroxybenzoesäure. Solbrol A wird mit Zusätzen von 0,1 - 0,25 % für Zigarettenleime verwendet. Für den Klebstoff der deutschen Briefmarken wird ein Gemisch benutzt, das sich zu 97,43 % aus Dextrin, 1,5 % Perlleim, 1 % Glycerin und 0,07 % Na-Sulfit zusammensetzt.

Die Ausarbeitung einer Methode, die den Nachweis von geringen Speichelspuren ermöglicht, wie z.B. an Briefmarken oder Zigarettenmundstücken, und die ebenfalls auf der Amylasewirkung des Speichels beruht, gelang THOMA nach Angaben von PASCU, MORA und KENT mit Silbernitrat-Acetonlösung und Lugolscher Lösung. Das zu untersuchende Material wird bei die-

sem Verfahren mit gereinigter Stärkelösung versetzt und 2 Stunden lang bei 40° in den Brutschrank gestellt. Anschliessend werden die in Silbernitrat-Acetonlösung getränkten und luftgetrockneten Filterpapierstreifen kurz in die Untersuchungslösung getaucht, getrocknet und mit alkoholischer Natronlauge getränkt. Nach erneutem Trocknen werden die Streifen in Ammoniaklösung gelegt. Bei der Anwesenheit von Speichel entsteht auf dem Papier durch die reduzierenden Zucker ein schwarzer Fleck von unlöslichem, feinverteiltem Silber. Der bei den Leerkontrollen entstehende braune Fleck von Silberoxyd löst sich vollständig auf.

Alle oben beschriebenen Methoden sind Fermentreaktionen. Sie beruhen auf der reduzierenden Wirkung des Ptyalins, das auf eine Stärkelösung einwirkt und diese verzuckert.

Eine Methode zum direkten Nachweis für reduzierende Zucker wird auch von FEIGL angegeben. Er verwendet Ttc (Triphenyltetrazoliumchlorid), welches die Eigenschaft besitzt, mit einem reduzierenden Zucker in unlösliches rotes Triphenylformazan überzugehen.



Bei dieser Reduktion, die in neutraler Lösung nur mit Hilfe von Enzymen entsteht, kommt es zur Sprengung des Tetrazoliumringes. In heißer alkalischer Lösung ist die Bildung von Formazan spezifisch für reduzierende Zucker.

Die Methode nach FEIGL besteht darin, daß ein Tropfen der zu untersuchenden Probelösung mit 2 Tropfen einer 5%igen wässrigen Lösung von Ttc und einem Tropfen einer 0,5 n Natronlauge in einem Mikrotiegel oder einer Mikroeprouvette gemischt und für 1 - 2 Minuten zum Sieden gebracht wird. Der dabei sich bildende rote Niederschlag ist quantitativ abhängig von der Menge des anwesenden reduzierenden Zuckers. Die Grenzkonzentration beträgt 1: 100000.

Die gleiche Reaktion ergibt Ascorbinsäure, die, identisch mit Vitamin C, auf Grund ihrer chemischen Konstitution als reversibles Redoxsystem und damit als reduzierender Zucker angesehen werden kann.

Die Anwesenheit von Vitaminen im Speichel wurde von GLAVIND und Mitarbeitern festgestellt. Zum Nachweis des Vitamin C oder der Ascorbinsäure wurde die Farbreaktion mit 2,4-Dinitrophenylhydrazin angewendet. Zur Bestimmung der Ascorbinsäure muß diese durch eine Noritbehandlung in die Dehydro-Form überführt werden. Diese wird mit Dinitrophenylhydrazin umgesetzt und liefert dabei ein Derivat, welches mit H_2SO_4 einen roten Farbstoff bildet. Dieser wird photometrisch gemessen. Um die

Intensität der Reaktion zu verstärken, werden 10 ccm gefilterten Speichels mit 10 ccm einer 6%igen Trichloressigsäure gemischt. Im BECKMAN-Spektrophotometer wird der entsprechende Farbwert bei einer Wellenlänge von 540 m μ sichtbar. Der Ascorbinsäuregehalt des normalen Speichels wurde von GLAVIND und Mitarbeitern mit 240 γ % bestimmt, während dagegen der Ascorbinsäuregehalt von paraffinstimuliertem Speichel nur 170 γ % betrug. Dieser, nach dem Kauenlassen von Paraffin erhaltene Speichel, war ein reiner Parotisspeichel, serös, dünnflüssig, ohne Mucin und von geringem Eiweißgehalt. Der Unterschied dieser Werte beruht auf dem höheren Wassergehalt und der damit verbundenen größeren Verdünnung des Paraffinspeichels.

Die Verwendung von Ttc zum Nachweis von Speichelsjuren auf der Basis der Ascorbinsäure wurde 1960 von YOSHIDA beschrieben. YOSHIDA eluiert über Nacht einen Speichelfleck bei Zimmertemperatur mit destilliertem Wasser. Dann fügt er eine 1%ige Stärkelösung hinzu und erwärmt im Wasserbad von 37° 30 Minuten lang die Ansätze. Anschließend werden mit 1%iger Ttc-Lösung die beim Stärkeabbau entstandenen reduzierenden Zucker festgestellt. Eine positive Reaktion zeigt sich als kräftiger roter Niederschlag nach Erhitzen des Reaktionsgemisches über einer kleinen Flamme, während die Wasserkontrolle transparent, d.h. ohne Niederschlag bleibt.

THOMA überprüfte diese von YOSHIDA beschriebene Methode und ihre Ergebnisse. Er fand dabei, daß die Reaktion von Ttc mit

Speichel unabhängig von einer dem Reaktionsgemisch zugesetzten Stärkelösung und somit auch unabhängig von der Amylaseaktivität des Speichels verläuft. Jedoch ergaben sich bei Überprüfung der verwendeten Konzentrationen der Lösungen und Variation der Zeitbedingungen keine eindeutigen Ergebnisse bei der nach YOSHIDA ausgeführten Methode. Die mitgeführten Leerkontrollen wiesen einen ähnlichen Niederschlag auf wie die Speichel enthaltenden Ansätze. THOMA führte dies auf die Lichtempfindlichkeit des Ttc und die zubereitete Stärkelösung zurück, zu der die lösliche Stärke aufgeschwemmt oder im Wasserbad erhitzt wird. Ihm gelang jedoch die Ausarbeitung einer Methode zum Speichelnachweis unter Änderung der verwendeten Substanzen. Als Reagenzien wurden 1%ige wässrige Lösung von Ttc, 0,5 n Natronlauge, gereinigte Reisstärke, 5%ige Kupfersulfatlösung und 6%ige Natriumwolframatlösung benutzt. Bei positivem Ausfall der Reaktion bildete sich in dem Ansatz mit Speichelspuren eine intensive blaue Verfärbung auf Grund des Zusatzes von CuSO_4 mit fein- bis grobkörnigem Niederschlag, während die Leerkontrollen weiterhin farblos oder gelblich und niederschlagsfrei blieben. Zur Vereinfachung dieses Speichelnachweises kann der Zusatz von CuSO_4 und Natriumwolframatlösung unterlassen werden, da diese Lösungen für einen positiven Ausfall der Reaktion nicht unbedingt erforderlich sind. In diesem Falle resultiert in den Ansätzen eine intensive Rot- bis Rotviolettffärbung und das Ausflocken

eines dicken körnigen Niederschlages, der für die Anwesenheit von reduzierendem Zucker in der Speichelspur charakteristisch ist.

In der vorliegenden Arbeit soll geprüft werden, inwieweit diese von THOMA gefundene Methode zuverlässig und auch auf Trägersubstanzen aus den verschiedensten Materialien anwendbar ist (siehe II, b).

II. Methode und Material

a) Technik des Speichelspurennachweises

Über die Methode, Speichelspuren nachzuweisen, haben MUELLER (1928), SCHAIDT (1956), YOSHIDA (1960) und THOMA (1961) bereits genaue Angaben gemacht. Da jedoch die Technik des von MUELLER, SCHAIDT und YOSHIDA beschriebenen Nachweises im Prinzip auf dem Nachweis der Speicheldiastase beruht, also eine Fermentreaktion darstellt, galt es, die von THOMA entwickelte und auf dem Nachweis reduzierender Zucker basierende Methode im Hinblick auf ihre Zuverlässigkeit und praktische Anwendbarkeit zu überprüfen. Dabei sollte festgestellt werden, ob der Nachweis durch hemmende Substanzen oder das Alter der Spur, oder auch durch unspezifische Reaktionsteilnehmer beeinträchtigt werden kann.

Bei allen im Zusammenhang mit dieser Arbeit ausgeführten Versuchen wurde folgende Methode angewendet:

1. Extraktion der angetrockneten Speichelspur

Wenn möglich, wird von der Trägersubstanz ein 1 - 4 cm² großes Stück ausgeschnitten und anschließend in 4 ccm und mehr aqua dest. eluiert, mindestens 2 Stunden, am günstigsten über Nacht.

Falls die Beschaffenheit der Trägersubstanz ein Ausschneiden unmöglich macht, so wird die Speichelspur entweder abgekratzt oder mit Filterpapier und einigen Tropfen aqua dest. aufgesaugt (s. u. III b).

2. Entfernung der Trägersubstanz und Eindampfen des Rückstandes im Brutschrank bei 100° auf ungefähr die Hälfte.

3. Abpipettieren von 1 ccm des Rückstandes in ein Reagenzglas, sofortiges Hinzufügen von 1 ccm Ttc und 0,5 nNaOH.

4. Erwärmen der Reaktionsmischung im Brutschrank bei 80°.

5. Ablesen der Ergebnisse nach mindestens 15 Minuten und maximal 30 Minuten.

Zu jedem Versuch muß eine Leerkontrolle durchgeführt werden, d.h. die Trägersubstanz bleibt die gleiche, und statt des Speichels wird aqua dest. oder NaCl verwendet.

b) Benutzte Trägersubstanzen

Mit glatter Oberfläche: Glas

Mit rauher Oberfläche: Teerpappe, Dachziegel (Ton gebrannt)

Aus aufsaugendem Material: Leinen, Wollstoffe, Nylon, Kunstseide, Zeitungspapier, Haare, Holz.

An Reagenzien wurden benötigt: eine 1%ige wässrige Lösung von Ttc, 0,5 n NaOH, aqua dest., 0,9%ige NaCl.

c) Anlegen der Speichelspuren

Zu Beginn wurde der Speichel einer Person in einem Reagenzglas gesammelt, oder wenn mehrere Speichel verschiedener Personen vorhanden waren, gemischt. Stets wurde frisch entnommener Speichel zur Anlage der Spuren benutzt.

Anschließend wurden mit einer Pipette zunächst beliebig große Mengen von unverdünntem Speichel auf die vorher zurechtgelegten oder ausgeschnittenen Materialien gebracht, die als Spureenträger dienen sollten. Stoffe, Zeitungspapier, Haare, Holz und auch Teerpappe ließen sich ohne weiteres in kleine ca. $2 - 4 \text{ cm}^2$ große Stücke zerschneiden. Für die Versuche mit Glas konnten Objektträger benutzt werden, und zum Nachweis der Spuren auf Ton dienten die Scherben von Dachziegeln.

Der vorher im Reagenzglas gesammelte Speichel wurde

mit einer Pipette auf die Spurenträger überpipettiert, wobei zuerst eine willkürliche Menge unverdünnten, frischen Speichels genommen wurde. Ein völliges Aufsaugen und Antrocknen der Spur auf den Trägersubstanzen wurde dadurch erreicht, daß die Trägersubstanzen auf eine Glasplatte gelegt wurden, die ein Herunterfließen und somit einen Spurenverlust verhinderten. Die angelegten Spuren wurden mit dem Datum versehen und zum Antrocknen stehen gelassen.

Zur Feststellung, in welcher Intensität der Speichel auf den Spurenträgern noch nachweisbar ist, wird eine Speichelverdünnungsreihe angelegt. Je nach gewünschter Verdünnungsstärke wird in einem geeigneten Gestell eine Reihe kleiner Glasröhrchen aufgestellt. Für die geometrische Verdünnungsreihe 1:2, 1:4, 1:8 usw. gibt man in jedes Röhrchen mit einer Meßpipette je 1 ccm aqua dest. (es kann auch 0,9%ige NaCl genommen werden). In das Röhrchen wird 1 ccm Speichel pipettiert. Durch mehrmaliges Ansaugen und Ausblasen wird Speichel und aqua dest. gemischt. Nach Durchmischen wird 1 ccm wieder aufgesaugt und in das 2. Röhrchen geblasen, hier wieder gut gemischt und in das 3. Röhrchen überpipettiert. Man erhält so die gewünschte Speichelverdünnung.

Von dieser Speichelverdünnungsreihe wurden ebenfalls Spuren auf Spurenträgern angelegt, und zwar bis zu einem

Titer von 1 : 4096, das entspricht der Verdünnung des 12. Röhrchens der geometrischen Verdünnungsreihe 1:2, 1:4 usw.

III. Experimenteller Teil

a) Vorversuche und Untersuchungsmethoden

In orientierenden Vorversuchen wurde zunächst der Speichelspurenachweis mit Ttc nach der von THOMA angegebenen Methode ausgeführt.

Als Material dienten die Mundstücke von Zigaretten, Deckblätter von Zigarren, Briefmarken und Teile von Verschußflaschen von Briefumschlägen. Das Alter der Speichelspuren an den Zigaretten- und Zigarrenmundstücken betrug 1 - 4 Wochen, das der Briefmarken und Verschußflaschen bis zu 5 Monaten. Die Menge des Speichels am Spurenträger war nicht bekannt.

Nachdem von dem jeweiligen Material ein 2 - 4 cm² großes Stück ausgeschnitten und 2 Stunden in aqua dest. extrahiert worden war, wurden die Materialien entfernt und der Rückstand bis zur Hälfte im Brutschrank eingengt. Anschließend wurde 1 ccm des Rückstandes in ein Reagenzglas pipettiert, sofort 1 ccm Ttc und 0,5 n NaOH hinzugefügt und die Reaktionsgemische für 15 - 20 Minuten bei 80° erneut in den Brutschrank gestellt. Die dabei resultierenden Ergebnisse sind in Tabelle 1

dargestellt.

Material	Alter der Spuren				
	1 Woche	2 Wochen	1 Monat	3 Monate	5 Monate
Briefmarken	+++	+++	+++	+++	+++
Verschlus- laschen	++	++	++	++	++
Zigarren	+++	+++	+++	-	-
Zigaretten	+	+	+	-	-

Tabelle 1: Vorversuche zum Speichelspurennachweis

+++ = starker Niederschlag

++ = schwacher Niederschlag

+ = sehr schwacher Niederschlag

Bei den Speichelspuren an Briefmarken und Tabakblättern von Zigarren zeigte sich die intensivste Reaktion. Während die Ergebnisse einen eindeutig dicken, flockigen, stark violetten Niederschlag ergaben und die Reaktionslösung ebenfalls violett bzw. braunviolett gefärbt war, blieben die Leerkontrollen, d.h. die nur mit Wasser befeuchteten Briefmarken und Zigarrenstücke niederschlagsfrei, das Lösungsmittel aber färbte sich violett bzw. braunviolett. Die besonders starke Violettfärbung der Leerkontrollen bei Briefmarken läßt sich auf das Dextrin zurückführen, das zu 97 % in dem Klebstoff enthalten ist.

Verschlußflaschen und Mundstücke von Zigaretten mit Speichelspuren zeigten ebenfalls positive Reaktionen, der Niederschlag war jedoch hierbei quantitativ wesentlich geringer.

Nach dem positiven Ausfall der Vorversuche konnte nun geprüft werden, inwieweit diese Nachweismethode auch bei anderen Spurenträgern anwendbar ist, welche Möglichkeiten der Beeinflussung durch das Alter der Spuren bestehen, und ob die Beschaffenheit der Trägersubstanz die Reaktion beeinflussen.

b) Untersuchung der Spurenträger und Ergebnisse

Es wurden zunächst Spurenträger mit glatter Oberfläche (Glas) und mit rauher Oberfläche (Ziegelstein, Teerpappe) geprüft. Das Ablösen der Speichelspur kann dabei mit folgenden Methoden vorgenommen werden:

1. Mit einer Pipette werden einige Tropfen aqua dest. auf die zu untersuchende Spurenstelle aufgetropft und mit einem kleinen Spatel die gelöste Spur vorsichtig über einem kleinem Porzellantiegel abgekratzt. Dabei müssen die durch die Trägersubstanz bedingten Unreinheiten in Kauf genommen werden. Nach Hinzufügen einiger weiterer Tropfen aqua dest. und sorgfältigem Durchmischen erfolgt dann die Behandlung mit Ttc, wie oben angegeben.

2. Bei der anderen Methode werden die Spuren mit Hilfe von Filterpapier aufgesaugt.

Ein kleines Stück Filterpapier wird so auf die Trägersubstanz aufgelegt, daß es die Spur völlig bedeckt. Dann tropft man mit einer Pipette so viel aqua dest. darauf, bis das Filterpapier sich vollgesaugt hat und läßt es ungefähr 2 Stunden liegen. Es empfiehlt sich, das feuchte Filterpapier mit einer Pinzette auf der Trägersubstanz einige Male hin und herzubewegen, um ein besseres Ablösen der Spur und ein leichteres Aufsaugen zu erreichen. Das muß sehr vorsichtig geschehen, weil sonst das Filterpapier sich leicht auflösen und in kleine Flocken zerfallen kann, die störend wirken können. Anschließend wird das Filterpapier entfernt und für eine weitere Stunde in einem kleinen Porzellantiegel mit ca. 3 ccm aqua dest. eluiert. Der Rückstand wird nach Entfernen des Filterpapiers, wie oben beschrieben, behandelt.

Die Ergebnisse für die Trägersubstanzen mit glatter (abstoßender) Oberfläche und rauher Oberfläche sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Alter der Spuren	Material					
	glatte Oberfläche		rauhe Oberfläche			
	Glas		Ziegelstein		Teerpappe	
	1	2	1	2	1	2
1 Tag	+++	+++	+++	+++	+++	+++
3 Tage	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1 Woche	+++	++	+++	++	++	+++
2 Wochen	+++	++	+++	+	++	+++
3 Wochen	+++	++	+++	+	++	+++
4 Wochen	+++	++	+++	+	++	+++
5 Wochen	+++	++	++	+	++	++
6 Wochen	+++	++	++	+	++	++
7 Wochen	+++	++	++	+	++	+
8 Wochen	+++	++	++	+	++	+
3 Monate	+++	++	++	+	++	+
5 Monate	+++	++	++	+	++	+
Form und Farbe des Niederschl.	fein-grobflockig, violett gefärbt		feinflockig-körnig, zart braun-violett		feinflockig-körnig, zart violett weiß	

Tabelle 2: Ergebnisse der Trägersubstanzen mit glatter und rauher Oberfläche.

1 = Spur abgekratzt; 2 = Spur aufgesaugt
 +++ = starker Niederschlag; ++ = schwacher
 Niederschlag; + = sehr schwacher Nieder-
 schlag

Aus der Tabelle 2 ist zu erkennen, daß mit beiden Methoden auf Trägersubstanzen mit glatter, nicht aufsaugender und rauher Oberfläche Speichelspuren festgestellt werden können und für den Nachweis ausreichend sind. Bei glatten Materialien ist jedoch die Methode des "Abkratzens" vorzuziehen, da sie einfacher und schneller auszuführen ist. Bei rauhen Materialien erwies sich die Methode des Aufsaugens günstiger, da hierbei auftretende Verunreinigungen vermieden werden.

Die bis zu 5 Monate alten Speichelspuren ließen sich auf diese Art und Weise noch gut feststellen, es war jedoch zu jedem Versuch eine Leerkontrolle nötig.

Um Spureenträger aus aufsaugendem Material zu prüfen, wie z.B. Leinen, Wollstoffe, Nylon, Kunstseide, Holz, Haare und Zeitungspapier, genügt es, die ausgeschnittenen und Spuren enthaltenden Stücke dieser Stoffe in einem kleinen Porzellantiegel mit aqua dest. über Nacht zu eluieren. Dabei muß die Menge des destillierten Wassers je nach Größe der Trägersubstanz zwischen 3 ccm und 5 ccm und mehr variiert werden. Die lange Dauer der Extraktion ist insofern zweckmäßig, weil die Gefahr, daß sich die Spur nicht löst, weitaus geringer ist. Es empfiehlt sich ebenfalls, beim Entfernen der Spureenträger die Materialien mit der Pinzette fest auszudrücken, damit noch vorhandene Speichelspuren gelöst werden.

Bei der Untersuchung dieser Materialien, bei denen die Quantität der Speichelspur zunächst nicht berücksichtigt wurde, fanden sich im Vergleich zu den jeweils mitgeführten Leerkontrollen die Ergebnisse in Tabelle 3.

Alter d. Spuren	Material						
	Leinen	Wolle	Nylon	Kunstseide	Zeitungs-papier	Haare	Holz
1 Tag	+++	+++	++	+	+	+++	+++
3 Tage	+++	++	++	+	+	+++	+++
1 Woche	+++	+	+	-	+	+++	+++
2 Wochen	++	+	+	-	+	+++	+++
3 Wochen	++	+	+	-	+	+++	+++
4 Wochen	++	+	(+)	-	+	+++	+++
5 Wochen	++	+	-	-	+	+++	+++
6 Wochen	+	-	-	-	-	+++	+++
7 Wochen	+	-	-	-	-	+++	+++
8 Wochen	+	-	-	-	-	+++	+++
3 Monate	+	-	-	-	-	+++	+++
5 Monate	+	-	-	-	-	+++	+++
Form und Farbe d. Niederschlags	feinfl. körnig, zart violett	feinfl. zart violett	feinfl. farblos	feinfl. farblos	feinfl. gelblich	fein-grobfl. stark violett	grobfl. stark dunkel violett

Tabelle 3: Nachweis der Speichelspuren auf aufsaugendem Material

+++ = starker Niederschlag; ++ = schwacher Niederschlag; + = sehr schwacher Niederschlag;
- = kein Niederschlag

Von den bis zu 5 Monaten gelagerten Trägersubstanzen liessen sich Speichelspuren auf Leinenstoffen und Haaren eindeutig und gut sichtbar nachweisen. Bei Wollstoffen und Zeitungspapier konnte ein brauchbares Ergebnis, jedoch mit quantitativ geringerem Niederschlag mit dieser Methode bis zu 5 Wochen erzielt werden, während die Spuren auf Nylon lediglich bis zur 3. Woche ein sichtbares Ergebnis lieferten. Die Reaktionen müssen dabei immer im Vergleich zur Leerkontrolle bewertet werden, da der ausfallende Niederschlag sehr feinflockig und zart violett gefärbt ist. Der Reaktionsausfall bei Seidenstoffen verlief ab dem 3. Tag völlig negativ, d.h. ohne sichtbare Niederschlagsbildung. Die Leerkontrollen zeigten hierbei nach dem Herausnehmen aus dem Brutschrank eine transparente, zarte Violettfärbung.

Ganz anders verlief der Nachweis bei Speichelspuren auf Holz. Die Rückstände des Spuren enthaltenden Holzstückes sowie der Leerkontrolle zeigten nach der Behandlung mit Ttc in jedem Falle einen stark positiven Reaktionsausfall mit sehr viel grobem, flockigen, stark violetten Niederschlag und gleichzeitig violetter Verfärbung des Lösungsmittels. Das Ergebnis der Leerkontrollen unterschied sich lediglich in der geringeren Quantität des Niederschlages von dem des Spurenträgers. Durch den gleichzeitig stets positiven Ausfall der Leerkontrolle,

der durch die Reaktion des Ttc mit der Zellulose des Holzes hervorgerufen wird, ist diese Nachweismethode der Speichelspur auf Holz unspezifisch und nicht zur Identifizierung geeignet.

c) Untersuchungen zum quantitativen Speichelnachweis und Ergebnisse

Um die Abhängigkeit der Nachweismethode von der Quantität der Speichelspur zu prüfen, wurden, wie schon beschrieben, Speichelverdünnungsreihen angelegt und der Titer bestimmt, bis zu dem die Ergebnisse noch als positiv bewertet werden konnten. Zunächst wurde zur Orientierung eine reine bis zu einem Titer von 1 : 4096 verdünnte Speichelmenge ohne Trägersubstanz nach der oben angegebenen Methode behandelt. Dabei wurde je 1 ccm der verdünnten Spur mit 1 ccm Ttc und 0,5 ccm NaOH versetzt, die Reaktionsgemische bei 80° in den Brutschrank gestellt und die Ergebnisse nach maximal 30 Minuten abgelesen. Es ergab sich, daß der Reaktionsausfall nur bis zu einem Titer von 1 : 8, höchstens 1 : 16 als absolut positiv angesehen werden konnte. Die stärkeren Verdünnungen zeigten keinen Niederschlag und somit auch kein positives Ergebnis mehr. Zum Vergleich wurde morgens entnommener Speichel mit dem nachmittags gesammelten in Verdünnungsreihen mit dieser Methode geprüft. Nach HAMMARSTEN schwankt der pH-Wert des Spei-

chels zu verschiedenen Tageszeiten. Es sollte nun geprüft werden, ob die unterschiedliche Tageszeit den Speichelnachweis beeinflusst. Zwischen den Ergebnissen des "Frühspeichels" und denen des "Spätspeichels", die bis zu einem Titer von 1 : 16 positiv ausfielen, war kein merkbarer Unterschied zu erkennen. Der Niederschlag war jedoch dem Verdünnungsgrad entsprechend quantitativ geringer.

In weiteren Versuchen wurden die mit den Speichelverdünnungen vorbereiteten Leinen- und Wollstoffe, Haare und Glas untersucht. Da es sich hierbei schon um verdünnte Spuren handelte, wurde zum Eluieren die geringstmögliche Menge destillierten Wassers gebraucht (2 - 3 ccm) und beim Eindampfen im Brutschrank darauf geachtet, daß möglichst wenig Rückstand noch zur Durchführung der Reaktion mit Ttc übrig blieb. Den Ausfall der Reaktionen zeigt Tabelle 4.

Trägersubstanz	Titer					
	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64
Leinen	+++	+++	++	+	-	-
Wolle	++	+	+	-	-	-
Glas	++	+	+	-	-	-
Haare	+++	+++	++	+	-	-

Tabelle 4: Experimenteller Nachweis von angelegten Speichelspuren in Verdünnungen

Spuren auf Leinen und Haaren waren bei einem Titer von 1:16 noch sichtbar, auf Wolle und Glas bei einem Titer von 1 : 8. Zum Vergleich der schon vorher angelegten Speicherverdünnungen wurden nun Trägersubstanzen mit unverdünnten und quantitativ abnehmenden Spuren untersucht. Dabei wurde festgestellt, daß unverdünnte Spuren auf Leinstoffen mit dieser Methode noch bis zu einer Menge von 0,01 ccm nachgewiesen werden konnten, wobei allerdings eine Leerkontrolle als Vergleichslösung hinzugezogen werden mußte. Die noch positiven Ergebnisse bei Wollstoffen, Ton, Glas und Teerpappe lagen bei einer unverdünnten Speichermenge bei 0,1 ccm und ergaben einen feinen, flockigen, zart violetten Niederschlag. Auf Nylon konnten unverdünnte Speicherspuren nur bis zu einer Menge von 0,25 ccm, auf Kunstseide nur bis zu 0,5 ccm noch nachgewiesen werden.

Material	Speichermenge unverdünnt in ccm					
	0,5	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01
Leinen	+++	+++	+++	++	+	+
Wolle	+++	++	+	-	-	-
Kunstseide	+	-	-	-	-	-
Nylon	++	+	-	-	-	-
Glas, Ton	+++	++	+	-	-	-
Teerpappe	+++	+	+	-	-	-

Tabelle 5: Quantitativer Nachweis von unverdünnten Speicherspuren

Diese Ergebnisse sind jedoch mit Vorbehalt zu werten, da besonders bei Wollstoffen durch langes Extrahieren sich Stoffteile lösen und beim Ablesen des Reaktionsergebnisses versehentlich als flockiger Niederschlag gewertet werden können.

IV. Besprechung der Ergebnisse

Die Ergebnisse fielen bei Speichelspuren auf Briefmarken, Zigarettensmundstücken, Tabakblättern von Zigarren und Verschußflaschen von Briefumschlägen unabhängig vom Alter der Spur stets eindeutig positiv oder negativ aus. Nach der von THOMA angegebenen Methode mit Ttc ist daher bei genauer Beachtung der angegebenen Vorschriften die Identifizierung von Speichelspuren möglich. Die Quantität der hier vorhandenen Speichelmenge war unbekannt, aber für den Reaktionsausfall stets ausreichend.

Bei Briefmarken und Deckblättern von Zigarren empfiehlt es sich, die Ergebnisse im Vergleich zu den Leerkontrollen zu betrachten, da das im Klebstoff vorhandene Dextrin mit dem Ttc als reduzierender Zucker reagieren kann, und bei längerem Stehen im Brutschrank die Leerversuche ebenfalls Niederschlag bilden können. Der Unterschied zwischen den Ansätzen, die Spuren enthalten, und denen der Leerkontrollen ist jedoch deutlich sichtbar.

Es wurden 10 verschiedene Trägersubstanzen auf ihre Eignung

zum Speichelnachweis geprüft, zunächst nur unter Berücksichtigung des Alters. Dabei ergab sich, daß die Methode für Spuren auf Kunstseide nicht anzuwenden ist, da die Reaktion zu gering und der Niederschlag kaum zu beurteilen ist. Als Grund des geringen Reaktionsausfalls könnte die Beschaffenheit der Acetatseide verantwortlich gemacht werden. Diese durch Acetylierung von Cellulose gewonnene Kunstseide absorbiert wenig Feuchtigkeit und verliert wenig an Festigkeit, wenn sie feucht wird (FIESER). Im übrigen kann auch die Imprägnation des Gewebes einen hemmenden Einfluß haben.

Bei den Materialien wie Leinen, Wolle, Zeitungspapier und Nylon fanden sich positive Ergebnisse mit sichtbarem Niederschlag. Dieser wurde jedoch mit zunehmendem Alter der Spur geringer, aber noch im Vergleich zur jeweiligen Leerkontrolle bei Leinenstoffen bis zu 5 Monaten, bei Wollstoffen und Zeitungspapier bis zu 5 Wochen und bei Nylon lediglich bis zur 3. Woche sichtbar.

Die Speichelspuren an Haaren waren stets eindeutig noch bis zu 5 Monaten nachzuweisen und ergaben unabhängig vom Alter der Spur gut sichtbare Ergebnisse.

Ansätze, die durch Abkratzen der Spur von Glas, Ziegelstein und Teerpappe gewonnen wurden, zeigten noch nach 5 Monaten positive Reaktionen. Es ist zu erwarten, daß dies auch noch nach einem längeren Zeitraum der Fall ge-

wesen wäre. Voraussetzung dabei allerdings ist, daß ausreichende Mengen von Speichelspuren vorhanden sind. Die bei dem Abkratzen auftretenden Verunreinigungen der Reaktionsgemische wirken sich beim Ablesen der Ergebnisse nicht störend aus, da der als positiv auftretende Niederschlag im Reagenzglas schwebend sichtbar ist, während sich die Schmutzteilchen am Boden des Glases absetzen.

Das Aufsaugen der Spur mit Filterpapier ist auch für den Spurennachweis auf harten, nicht aufsaugenden Materialien geeignet. Es ergibt zwar einen wesentlich geringeren Niederschlag, jedoch keine Verunreinigungen.

Es wurde die Quantität der Spuren mit Speichelverdünnungsreihen und mit unverdünnten Speichelspuren geprüft. Dabei ergab sich, daß unverdünnte Spuren auf Leinen und Haaren am besten nachweisbar sind, weil eine unverdünnte Spurenmenge von nur 0,01 ccm (1:100) hierbei noch einen gut sichtbaren Niederschlag liefert. Vorher verdünnte Speichelspuren können auf Leinen und Haaren dagegen nur bis zu einem Titer von 1 : 16 nachgewiesen werden.

Bei den Trägersubstanzen Wolle, Glas, Ziegelstein, Teerpappe waren unverdünnte Spurenmengen von 0,1 ccm noch reaktionsfähig, Kunstseide, Nylon lieferten lediglich bis zu 0,5 ccm bzw. 0,25 ccm einen sichtbaren Niederschlag. Verdünnte Speichelspuren sind auf Glas und Wolle bis zu

einem Titer von 1 : 8 nachweisbar.

Für eventuelle Speichelspurennachweise auf Holz ist diese Methode nicht geeignet. Die Rückstände des Spuren enthaltenden Holzstückes sowie der Leerkontrollen fallen beide positiv aus, da Ttc mit der Zellulose des Holzes stark positiv reagiert. Diese unspezifische Reaktion wird auch dann zu erwarten sein, wenn der Spureenträger Dextrin oder reduzierende Substanzen enthält oder durch sie verunreinigt ist. Weiterhin sind Reaktionsbeeinflussungen durch die Empfindlichkeit des Ttc gegenüber Licht- und Wärme- einwirkung zu berücksichtigen. Im übrigen wurde festgestellt, daß mit dem Ablesen der Ergebnisse im Brutschrank nicht länger als 30 Minuten gewartet werden sollte, da sonst auch bei den Leerkontrollen auftretende Niederschläge ein eindeutiges Ergebnis nicht erkennen lassen.

Die Beeinflussung der Ergebnisse durch störende Substanzen konnte bei diesen Versuchen allerdings kaum beobachtet werden, da die Spureenträger unter günstigen Bedingungen angelegt wurden und kaum Verschmutzungen vorhanden waren. Die beim Abkratzen der Spuren von Ziegelstein und Teerpappe auftretenden Verunreinigungen lagerten sich am Boden des Reagenzglases ab und beeinträchtigten das Ergebnis kaum.

Farben, die sich beim Einweichen der Stoffe lösen, wirken nicht hemmend, da die Rückstände transparent bleiben und der bei Speichelspuren als positiv auftretende Niederschlag

trotzdem sichtbar bleibt. Es ist zu empfehlen, bei jedem Versuch jeweils eine Leerkontrolle zum Vergleich durchzuführen.

Eine Beeinträchtigung des Speichelnachweises durch das Alter der Spuren ließ sich bei Wollstoffen, Nylon, Kunstseide und Zeitungspapier feststellen.

V. Zusammenfassung

Es wurden Speichelspuren an 14 verschiedenen Trägersubstanzen bis zu einem Alter von 5 Monaten auf ihre Eignung für die Methode mit Ttc nach THOMA experimentell geprüft.

Es konnten an Leinenstoffen, Haaren, Zigarettenmundstücken, Briefmarken, Verschlussflaschen von Briefumschlägen, Ziegelstein, Glas und Teerpappe nach dieser Zeit Speichelspuren nachgewiesen werden. Spuren an Wollstoffen und Zeitungspapier waren bis zu 5 Wochen, an Nylon bis zu 3, höchstens 4 Wochen nachweisbar. Für Spuren auf Kunstseide fielen die Ergebnisse so schwach aus, daß man sie als negativ ansehen kann. Völlig ungeeignet erwies sich die Methode für den Nachweis bei Spuren auf Holz.

An Hand von Speichelverdünnungsreihen konnte der Titer bestimmt werden, bis zu dem noch ein positives Ergebnis erreicht wurde. Es ergab sich als äußerste Nachweisgrenze der Speichelspur ein Titer von 1 : 16. Bei unverdünnten Spuren wurde ein positiver Reaktionsausfall noch bei einer

Spurenmenge von 0,01 ccm auf Leinenstoffen erzielt.

Es wird darauf hingewiesen, daß diese Methode für Fälle der gerichtsmedizinischen Praxis, wie z.B. als Vorprobe zur Blutgruppenbestimmung aus Speichelspuren auf Grund der hohen Empfindlichkeit des Tte gegenüber Licht, Wärme und reduzierenden Zuckern mit Vorsicht zu verwerten ist. Bei ihrer Anwendung sollte stets eine Leerkontrolle als Vergleichslösung mit durchgeführt werden.

VI. Literaturangaben

- DAHR, P. Technik der Blutgruppen- und Blutfaktorenbestimmung, S. 11, Stuttgart 1948
- FEIGL, F. Tüpfelanalyse, Band II, S. 373 und 393, Akademische Verlagsgesellschaft 1960
- FIESER, L. und FIESER, M. Lehrbuch der organischen Chemie, S. 1019, Verlag Chemie, Weinheim 1960
- FOLIN, O. Two revised Copper methods for blood sugar determination. Journal of Biological Chemistry, 82, 83, Baltimore 1929
- GLAVIND, J. The presence of vitamins in the saliva. Internat. Zeitschr. f. Vitamin Forschung, Heft 20, S. 234, 1948
- HALMARSTEN, O. Lehrbuch der physiologischen Chemie, S. 424, Wiesbaden 1914
- HOPPE-SEYLER-THIERFELDER Handbuch der physiolog. und patholog.-chemischen Analyse. Band I, S. 242, 1953; Band III/1, S. 661, 759, 762; Band V, S. 357
- MUELLER, B. Über den Nachweis eingetrockneten Speichels in Tüchern. Zeitschr. f. gerichtl. Medizin, Band 11, S. 211, Berlin 1928

- SCHAIDT, G. Eine neue Methode zum Nachweis kleinster Speichelspuren. Archiv f. Kriminologie, Band 118, S. 149, 1958
- SOMOGYI, M. Micromethods for the estimation of Diastase. Biological Chemistry, Band 125, S. 399, 1938
- THOMA, K. Der Speichelnachweis mit Ttc. Archiv f. Kriminol. Band 128, S. 38, 1961
- THOMA, K. Eine weitere Methode zum Nachweis von Speichelspuren. Archiv f. Kriminol., Band 128, S. 42, 1961
- THOMA, K. Kombinierte Speichel/Blutgruppenbestimmung aus Spuren. Archiv f. Kriminol., Band 128, S. 44, 1961
- YOSHIDA, N. Nagasaki Igakkai Zassi, Vol.XXXV, 1960, Nr. 1, S. 30, zitiert bei Thoma, K.: Archiv f. Kriminol. Band 128, S. 38, 1961

Herrn Prof. Dr. Elbel möchte ich für die Überlassung des Themas danken.

Herrn Priv.-Doz. Dr. Heifer danke ich für seine Hilfe und die wertvollen Hinweise bei der Ausführung der Versuche.

Lebenslauf

Als Tochter des Dipl.-Ing. Heinz Ahlbrecht und seiner Frau Lieselotte, geb. Schmidt, wurde ich, Brigitte Schulte, geb. Ahlbrecht am 15.4.1941 in Eisenstadt/Österreich geboren.

Die Grundschule besuchte ich von Ostern 1947 bis 1951 in Göttingen und Hannover. Ab Ostern 1951 war ich Schülerin des neuapachlichen Mädchengymnasiums der Wilhelm-Raabe-Schule in Hannover und ab 1955 der Elly-Heuss-Knapp-Schule in Bonn, wo ich am 10. Februar 1961 die Reifeprüfung bestand.

Mein Medizinstudium begann ich im Sommersemester 1961 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, legte dort am 9. März 1962 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 10. Oktober 1963 die Ärztliche Vorprüfung ab. Im 6. und 7. Fachsemester studierte ich in Freiburg und setzte anschließend mit dem Wintersemester 1964/65 das Studium in Bonn fort. Am 15. Februar 1967 schloß ich mein Studium mit dem Staatsexamen ab.

2024